天行见物理之十一
武库渊深

李轻舟†
(《大学科普》编辑部　重庆　401331)

2019－11－04收到
† email:shalloplee@sina.com
DOI:10.7693/wl20191109

初陶唐出自伊祁，圣人之后，世食旧德。降及武库，应乎虬精。恭闻渊深，罕得窥测，勇功是立，智名克彰。缮甲江陵，祲清东吴，建侯于荆，邦于南土。河水活活，造舟为梁。洪涛莽汜，未始腾毒，《春秋》主解，膏隶躬亲。呜呼笔迹，流宕何人?

——杜甫《祭远祖当阳君文》

百战归来

千秋邈矣独留我，百战归来再读书。

——曾国藩

季汉炎兴元年(公元263年，魏元帝景元四年、吴景帝永安六年)冬十一月，北地王刘谌与妻儿的凄厉哭声回荡在昭烈皇帝庙的空寂殿宇下，“庸禅有子如此”(《资治通鉴·魏纪十》胡三省注)，成就汉室古典荣光四百年的最后余响。

千里山河轻孺子，两朝冠剑恨谯周。

——罗隐《筹笔驿》





图1　谯公祠(作者摄于南充西山)

次年春正月，后主刘禅的“舆榇自缚”(《三国志·蜀书·后主传》)、硕儒谯周的“全国之功”(《三国志·蜀书·杜周杜许孟来尹李谯郤传》)换来的却是“二士争衡”(“二士”分别指伐蜀的两路主帅邓艾和钟会，邓艾字士载，钟会字士季)激起的成都兵乱，“蜀中军众钞略，死丧狼籍，数日乃安集”(《三国志·蜀书·后主传》)。

蜀土板荡，波诡云谲，追随镇西将军钟会的僚佐大多遇害，有一人凭借智勇“苟全性命于乱世”(诸葛亮《出师表》)——他便是时任镇西长史(镇西将军府的幕僚长)的杜预，杜元凯。

十余年后，晋武帝咸宁四年(公元278年，孙吴天纪二年)冬十一月，“身不跨马，射不穿札”(《晋书·羊祜杜预列传》)的杜预继羊祜提领荆襄前线，拜镇南大将军都督荆州诸军事，于数月间三陈平吴大计，同王濬、张华(著有《博物志》，成为后人在汉语语境中理解舶来概念naturalis historia之渊源)协手排除贾充、荀勖等人的干扰，坚定了司马炎一统天下之决心。咸宁五年十一月至次年三月，西晋兴兵二十余万，六路伐吴，杜预自襄阳领一路军出江陵，席卷沅湘，直下交广，又力主西线水师乘势东进，最终促成“王濬楼船下益州，金陵王气黯然收。千寻铁锁沉江底，一片降幡出石头”(刘禹锡《西塞山怀古》)。

离乱百年，英豪代谢，三分归晋，功在一时。百战归来，将军不废诗书，还复学者本色……

武库万有

预在内七年，损益万机，不可胜数，朝野称美，号曰“杜武库”，言其无所不有也。

——《晋书·羊祜杜预列传》

兼有将军与学者双重形象[1]的杜预出身“奉儒守官”(杜甫《进<雕赋>表》)的中古名门京兆杜氏。祖孙三代与河内司马氏纠葛匪浅，祖父杜畿乃司马防故吏，父亲杜恕却与司马懿不睦，杜预本人“久不得调”，直到司马昭执政时，被吸纳入司马氏集团(迎娶了司马昭的妹妹)，终至“每任大事，辄居将率之列”(《晋书·羊祜杜预列传》)。

法者，盖绳墨之断例，非穷理尽性之书也。故文约而例直，听省而禁简。例直易见，禁简难犯。易见则人知所避，难犯则几于刑厝。刑之本在于简直，故必审名分。审名分者，必忍小理。古之刑书，铭之钟鼎，铸之金石，所以远塞异端，使无淫巧也。今所注皆纲罗法意，格之以名分。使用之者执名例以审趣舍，伸绳墨之直，去析薪之理也。

——杜预《上律令注解奏》

自益州全身而退后[2]，杜预马上以立法者的角色投身到历史洪流中，与羊祜等人协助贾充定正律令，为司马氏立晋代魏作制度准备。数年律成，“预为之注解”(同上)，于晋武帝泰始四年(公元268年，孙吴宝鼎三年)颁行，是为《泰始律》(《晋律》，又杜预律注与张斐律注并称，有“张杜律”之谓)，“合二十篇，六百二十条，二万七千六百五十七言。蠲其苛秽，存其清约，事从中典，归于益时”(《晋书·刑法志》)。

对“博学多通，明于兴废之道”(《晋书·羊祜杜预列传》)的杜预来说，注解《晋律》不过是诸多成就之一。

在制度建设方面(尤其是人事监察和农业经济方面)，杜预于河南尹任上受诏定针对官吏黜陟的考课法。两拜度支尚书期间，他又“上疏多陈农要”(疏见《晋书·食货志》)，“奏立藉田，建安边，论处军国之要。又作人排新器，兴常平仓，定谷价，较盐运，制课调，内以利国外以救边者五十余条，皆纳焉”(《晋书·羊祜杜预列传》)。

机碓，水捣器也。《通俗文》云，水碓曰“翻车碓”。杜预作连机碓。孔融论水碓之巧，胜于圣人。断木掘地，则翻车之类愈出于后世之机巧。王隐《晋书》曰，石崇有水碓三十区。今人造作水轮，轮轴长可数尺，列贯横木相交，如滚枪之制；水激轮转，则轴间横木间打所排碓梢，一起一落舂之，即连机碓也。凡在流水岸傍，俱可设置。需度水势高下为之。如水下岸浅，当用陂栅；或平流，当用板木障水，俱使傍流急注。贴岸置轮，高可丈余，自下冲转，名曰“撩车碓”。若水深岸高，则为轮减下，而阔以板为级，上用木槽引水，直下射转轮板，名曰“斗碓”，又曰“鼓碓”。此随地所制，各趋其巧便也。

——王祯《农书·农器图谱·利用门》

在工程技术领域(机械、桥梁和水利)，除上述“作人排新器”(可能是某种人力驱动的冶炼鼓风设备)外，杜预还复原了汉末失传的先秦计时“欹器”(也是警戒君主的“宥座之器”，滴水入瓶，水半则正，水满则覆，水空则倾斜)，又“作连机水碓，由此洛下谷米丰贱”(傅畅《晋诸公赞》，“连机水碓”是以水力驱动的多碓式舂米机械)。早在魏文帝时，杜预的祖父杜畿以尚书仆射镇中枢，“受诏作御楼船，于陶河试船，遇风没。帝为之流涕”(《三国志·魏书·任苏杜郑仓传》)。陶河即黄河中下游的孟津古渡所在。多年后，杜预“以孟津渡险，有覆没之患，请建河桥于富平津”，反对者“以为殷周所都，历圣贤而不作者，必不可立故也”，熟知经史的杜预凭“造舟为梁”之说(典出《诗经·大雅·大明》)力排众议——这次围绕造桥的论争恰是一种中世纪思维模式的体现——方得“施其微巧”(《晋书·羊祜杜预列传》)。浮桥落成，晋武帝“从百僚临会，举觞属预曰：‘非君，此桥不立也。’”(同上)。杜预在向司马炎疏陈农要时，曾有针对淮北水害实际的“坏陂”之论[3]。平吴功成后，进爵当阳县侯的杜预还镇荆襄，一边“勤于讲武，修立泮宫，江汉怀德，化被万里。攻破山夷，错置屯营，分据要害之地，以固维持之势”，一边修缮西汉水利工程遗迹，引滍淯诸水灌溉原田万余顷，“分疆刊石，使有定分，公私同利”，以致众庶尊称他为



图2 《至圣先贤图册》(故宫南熏殿旧藏，现收藏于台北故宫博物院)中的杜预画像

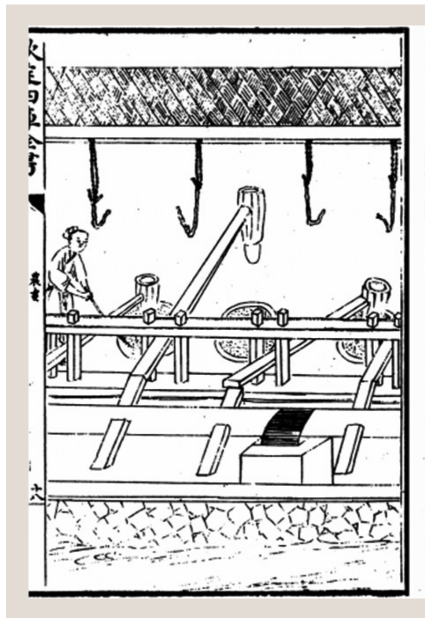
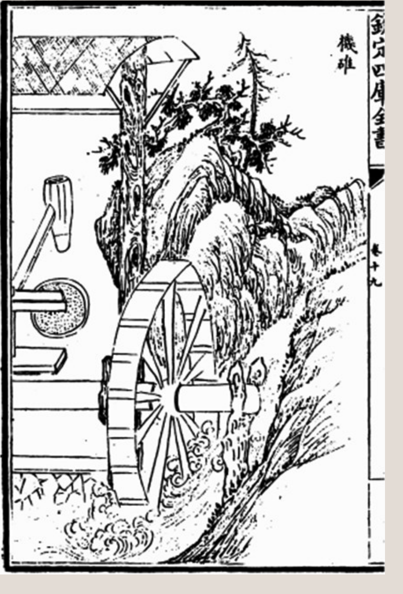



图3 元代王祯《农书·农器图谱·利用门》(四库本)中的“连机水碓”

“杜父”(同上)。当时“水道唯沔汉达江陵千数百里，北无通路。又巴丘湖，沅湘之会，表里山川，实为险固，荆蛮之所恃也”，杜预开扬口运河，连通江汉水域，“起夏水达巴陵千余里，内泻长江之险，外通零桂之漕”(同上)。凭借教化、兵威、兴农、治水，杜预迅速安定了新附之地，故“南土歌之曰：‘后世无叛由杜翁，孰识智名与勇功。’”(同上)。面对那些讥讽他行事琐碎的人，常年“损益万机”的杜预回以“禹稷之功，期于济世，所庶几也”(同上)，自得之情溢于言表。

昔之誓旅，怀经罕素。元凯文场，称为武库。

——《晋书·羊祜杜预列传》

所谓“公家之事，知无不为。凡所兴造，必考度始终，鲜有败事”(同上)，杜预毕生治学与实践涉及之广，无所不有，不可胜数。他赢得了“武库”美誉，成为史上罕见的一位不可定义之通人。

历校《春秋》

征南作《长术》，校勘《春秋》日月，特以意排成。于推步之法，殊无当也。然其《论》，谓“当顺天以求合，非为合以验天”，此则于千古步算之要该括无遗，所谓立言不朽者，当如是矣。

——阮元 《畴人传·杜预》

武库万有，亦不失专精。晋初，“王济解相马，又甚爱之，而和峤颇聚敛，预常称‘济有马癖，峤有钱癖’。武帝闻之，谓预曰：‘卿有何癖？’对曰：‘臣有《左传》癖。’”(同上)。在经学史上，雅癖《左传》的杜征南(杜预去世后被司马炎追赠为征南大将军开府仪同三司)，常与前汉刘歆、后汉贾逵等古文经学大儒同列。他的《春秋左氏经传集解》，自隋唐渐成主流诠释，传续至今。

在杜预的“春秋经传学”体系中，《春秋长历》(即阮元所谓《长术》)及其《历论》具有特殊地位，从中可以看出刘歆与贾逵精神之融合。就宗旨而言，杜预作《长历》与刘歆造《三统历》类似，亦是要“以历解经”，构建以“春秋经传”(《春秋》和《左传》)为中心的古史年代学(即阮元所谓“校勘《春秋》日月”)。就方法而言，杜预著《历论》“极言历之通理”(《晋书·律历志》引《春秋长历》)颇与贾逵论历相契，有“以测定历”的风范。

泽中有火，革。君子以治历明时。

——《易传·象传》

杜预指出“天行不息，日月星辰各运其舍，皆动物也。物动则不一，虽行度有大量，可得而限，累日为月，累月为岁，以新故相涉，不得不有毫末之差，此自然之理也”(同上)，故而死守参数的算法(比如十九年七闰法)会导致“历无不有先后也。始失于毫毛，而尚未可觉，积而成多，以失弦望晦朔，则不得不改宪以从之”(同上)。杜预以《长历》“校勘《春秋》日月”的原则是“曲循‘经传’月日、日蚀，以考晦朔，以推时验”(同上)，即依据“经传”所载月日名和日蚀情况，灵活损益历法参数，万不可“度已之迹，而欲削他人之足也”(同上)。将此用于构建春秋年代学的原则上升到普适的“历之通理”，便是杜预从“钦若昊天，历象日月星辰”(《今文尚书·尧典》)和“治历明时”(《易传·象传》)提炼出的“当顺天以求合，非为合以验天者也”(《晋书·律历志》引《春秋长历》)，此乃后世天文历算家奉行之纲领。

预以时历差舛，不应晷度，奏上《二元乾度历》，行于世。

——《晋书·羊祜杜预列传》

在杜预制历理论的基础上，有善算者李修、卜显(一作“夏显”)“依论体为术”(同上)，名为《乾度历》或《二元乾度历》，“其术合日行四分数而微增月行，用三百岁改宪之意，二元相推，七十余岁，承以强弱，强弱之差盖少，而适足以远通盈缩”(同上)。《春秋长历》取“日行一度，月行十三度十九分之七有奇”(同上)，《乾度历》则合“日行四分数而微增月行”，即日行依先秦“四分历”之法(周天取 $365\frac{1}{4}$ 度)，每天行1度(等价于回归年取 $365\frac{1}{4}$ 日)；月行则不然，要在每天行 $13\frac{7}{19}$ 度的基础上“有奇”或“微增”(等价于朔望月在 $29\frac{499}{940}$ 日的基础上“微减”)。可见，杜预的历法系统是将日、月两个时标(所谓“二元”)分开处理，实际上突破了传统的十九年七闰法。就功用而论，《春秋长历》及《乾度历》之优势，在春秋而不在魏晋，“虽未必其得天，盖是春秋当时之历也”(《续汉书·律历志》刘昭注引《长历》)。

太上有立德，其次有立功，其次有立言，虽久不废，此之谓三不朽。

——《春秋左传·襄公二十四年》

杜预常言“德不可以企及，立功、立言可庶几也”(《晋书·羊祜杜预列传》)。千秋事业，莫过治学立言。对烈士暮年的杜武库来说，退处游艺远胜与洛中贵要相周旋，“从容无事，乃耽思经籍”(同上)是一生最好的归宿，“备成一家之学，比老乃成”(同上)是一生最后的庇护。

参考文献

[1] 据《新唐书·礼乐志》，唐初中央国子学到地方官学遍立孔庙(文庙)，太宗贞观二十一年(公元647年)，诏包括杜预在内的二十二位大儒配享孔子；玄宗开元十九年(公元731年)立太公庙(武庙)，德宗建中三年(公元782年)，诏史馆考定古今六十四位名将配享，杜预亦位列其中，参见：(北宋)欧阳修，宋祁. 新唐书(第二册). 北京：中华书局，1975. 373-378

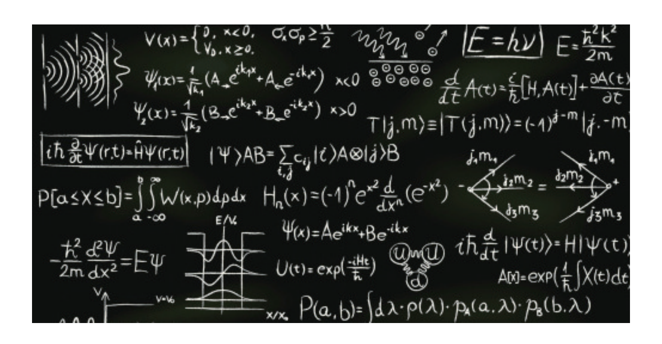
[2] 杜预自成都脱身后，听闻卫瓘(字伯玉)构陷并趁乱杀害邓艾(事后获得司马昭袒护)，公开怒斥：“伯玉其不免乎！身为名士，位居总帅，既无德音，又不御下以正，是小人而乘君子之器，当何以堪其责乎？”(《晋书·卫瓘张华列传》)，或许是藉此委婉表达对司马氏集团核心名士圈行事卑鄙之不满，参见：(唐)房玄龄等. 晋书(第四册). 北京：中华书局，1974. 1059-1060

[3] 中国水利史稿编写组. 中国水利史稿(上册). 北京：水利水电出版社，1979. 258-259

给高中生讲量子论

在分析了15个国家的高中量子物理教学后，专家得出结论：要强调科学的发现过程而非结论本身。

十来年前一些正规高中课程中就设置了量子物理的教学。然而，有教师质疑这些深奥的内容是否适合高中生。为了掌握中学量子物理教育的现状，荷兰Groningen大学的Kirsten Stadermann及其同事分析了15个国家(大多在欧洲)的课程，并据此提出教学建议。



不同国家对学生的期望有异，难以笼统地比较这些课程。因此，研究团队找出共同的授课内容来分析，包括分立能级、光与物质的相互作用、波粒二象性、量子物理应用等。

专家建议强调量子现象解释的多样性，它能帮助学生认识到：若没有证据否定某个科学模型，它们理应竞争共存。本课程蕴涵更深远的意义，即强调模型的演化和发展过程，而不只是一套归纳好的事实和结论。科学是一种代代相传的事业，同学们会感到身临其境。此外，课程中穿插物理相关的哲学、创造性和人性等内容，将展现更加真实的科学历程，从而吸引更多同学。更多内容详见：H. K. E. Stadermann et al. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*，2019，15：010130。

(徐仁新　编译自　*Physics*，May 22，2019)